

## بسم الله الرحمن الرحيم

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على سيدنا محمد وعلى آله وصبه أجمعين، وبعد،  
بحمد الله تعالى وعونه، فقد تم إعداد هذا الكتاب في الميكانيك التقليدي، الثالث في سلسلة الكتب التي  
قمت بتأليفها بداية بكتاب مبادئ الفيزياء الجامعية؛ الميكانيك وخواص المادة، لطلبة السنة الجامعية الأولى،  
وكتاب الاهتزازات والأمواج، مع الزميل د. حسن الغانم، وهذا الكتاب، لطلبة السنوات اللاحقة.  
إنه مما لاشك فيه أن مادة الميكانيك التقليدي نظرية بحتة، تعتبر من أصعب ما يدرس الطالب الجامعي في  
الفيزياء والهندسة الميكانيكية. لذا فقد وضعت هذا الكتاب بلغة عربية سليمة، لتوضيح الموضوع، وفتح آفاق  
القارئ العربي للتركيز على فهم المادة دون الضياع في متاهات لغة أجنبية، لا يتحسس مقصودها الأساسي  
بسبب انشغاله بمعنى كلمة بدلاً من استيعاب مضمون الجملة.  
لقد حرصت على طرح المواضيع بتسلسل منطقي محاولاً تغطية معظم الأفكار الأساس في الميكانيك  
التقليدي، متبعاً كل موضوع بأمثلة توضيحية متعددة، وأرفقت بنهاية كل فصل عدد كبير من المسائل المتنوعة  
المتسلسلة في درجة الصعوبة.  
وقد اتبعت نفس الأسلوب في إعداد الكتاب، وطباعته، وتحضير كافة الرسوم، والمنحنيات، والجداول بجهد  
شخصي بحت، فلا غرو إذاً أن تقع أخطاء وهفوات، وأكون ممتناً لكل من يتفضل من الزملاء المدرسين،  
والطلبة الأعزاء، بموافاتي بالنصيحة، والمشورة، أو ما يرتأونه مناسباً للتعديل، أو التغيير، أو التصويب.  
إنني أدعو الله عز وجل أن يكون هذا العمل المتواضع خالصاً لوجهه الكريم، وخدمة للإسلام والمسلمين  
على طريق عودة عزهم ومجدهم، بإذنه تعالى، إنه سميع مجيب.

"والله غالب على أمره ولكن أكثر الناس لا يعلمون"

صدق الله العظيم

البحرين 1999/6/30

د. محمد قيصرون ميرزا

قسم الفيزياء - جامعة البحرين

ص.ب. 32038 - البحرين

بريد الكتروني

mkmerza@hotmail.com

# المحتويات

## الفصل الأول: الحركة على خط مستقيم

1-1 تمهيد

2-1 قوانين نيوتن في التحريك

3-1 نظريات الزخم والطاقة لجسم يتحرك على خط مستقيم

4-1 حركة جسم خاضع لقوة ثابتة

5-1 حركة جسم خاضع لقوة متغيرة مع الزمن

6-1 حركة جسم خاضع لقوة متغيرة مع السرعة - قوى التخميد

7-1 حركة جسم خاضع لقوة تعتمد على الموضع - القوى المحافظة

8-1 درجات الحرية

9-1 دراسة الحركة من معادلة الطاقة

10-1 السقوط الحر

11-1 سقوط الأجسام من ارتفاعات شاهقة وتغير تسارع الجاذبية

12-1 قوة الإجاج الخطية والحركة الاهتزازية البسيطة

13-1 الحركة الاهتزازية البسيطة المتخامدة

14-1 الحركة الاهتزازية البسيطة المدفوعة بقوة خارجية متغيرة

مسائل

## الفصل الثاني: الحركة في مستو وفي الفضاء

1-2 تمهيد

2-2 تعاريف أساس في جبر وتحليل المتجهات

3-2 مركبات سرعة وتسارع جسيم يتحرك في الفضاء

4-2 تطبيقات على جبر وتحليل المتجهات

5-2 طاقة الوضع

6-2 القوى المحافظة وخطوط تساوي الجهد والمعنى الفيزيائي للتدرج

7-2 حركة القذائف

60 8-2 حركة جسيم مشحون في مجال كهرومغناطيسي

64 9-2 أمثلة عامة

69 مسائل

## 75 الفصل الثالث: القوى المركزية

75 1-3 تمهيد

76 2-3 الحركة تحت تأثير قوة مركزية

76 3-3 خواص الحركة تحت تأثير قوة مركزية

77 4-3 معادلات الحركة تحت تأثير قوة مركزية

79 5-3 معادلة مسار الجسيم المتحرك تحت تأثير قوة مركزية

80 6-3 الطاقة في الحركة تحت تأثير قوة مركزية

82 7-3 دراسة الحركة تحت تأثير قوة مركزية باستخدام الطاقة

84 8-3 الحركة على مسار دائري واستقرار المسار

85 9-3 المعنى الفيزيائي لـ  $\omega$  و  $\theta$

86 10-3 الحركة تحت تأثير قوة مركزية متناسبة عكساً مع مربع البعد

91 11-3 المسارات الممكنة لجسم خاضع لقوة مركزية متناسبة عكساً مع مربع البعد

97 12-3 مسارات القطوع الناقصة ومسألة كبلر

99 13-3 مسارات القطوع الزائدة وتشتت رزفورد

102 14-3 أمثلة عامة

107 ملحق: الخواص الهندسية للقطوع

110 مسائل

## 116 الفصل الرابع: حركة منظومة جسيمات

116 1-4 تمهيد

116 2-4 مركز كتلة عدة جسيمات

118 3-4 مركز كتلة جسم صلب

122 4-4 مركز كتلة جسم صلب متناظر

5-4 نظريتا بابس

6-4 الزخم الخطي لعدة جسيمات ومبدأ حفظ الزخم الخطي

77-4 الزخم الزاوي لعدة جسيمات ومبدأ حفظ الزخم الزاوي

8-4 الطاقة الحركية لمنظومة جسيمات ومبدأ حفظ الطاقة

9-4 التصادمات

10-4 معامل الارتداد

11-4 مسألة الجسمين

12-4 الإحداثيات بالنسبة لمركز الكتلة

13-4 اصطدام جسمين ببعضهما وتشتت رزرفورد

14-4 أمثلة

مسائل

## الفصل الخامس: الحركة المستوية للأجسام الصلبة

1-5 تمهيد

2-5 دوران الجسم الصلب حول محور ثابت

3-5 حساب عزم القصور الذاتي للأجسام الصلبة

4-5 نصف قطر الدوران

5-5 نظريتا المخاور المتوازية والمتعامدة

6-5 الشغل والطاقة في الدوران حول محور ثابت

7-5 البندول البسيط

8-5 البندول المركب

9-5 الحركة العامة للأجسام الصلبة في مستو؛ انتقال ودوران

10-5 الحركة المستوية العامة للجسم الصلب

11-5 الاتزان السكوني للأجسام

12-5 حركة جسم صلب تحت تأثير قوة دفع

مسائل

187	<b>الفصل السادس: معادلات لاغرانج</b>
187	1-6 الإحداثيات العامة
188	2-6 معادلات لاغرانج
191	3-6 الزخم العام
192	4-6 القوى العامة ومبدأ العمل الافتراضي
195	5-6 القوى المحافظة وطاقة الوضع
196	6-6 القوى المحافظة ومعادلات لاغرانج
197	7-6 ثوابت الحركة والإحداثيات المهمة
200	8-6 حركة منظومة ميكانيكية خاضعة لقيود
202	9-6 معادلات لاغرانج بوجود قيود هولونومية ومضاريب لاغرانج
204	10-6 أمثلة على الحركة المقيدة
217	11-6 معادلات هاملتون
220	مسائل

226	<b>الفصل السابع: منظومات المحاور المتحركة</b>
226	1-7 تمهيد: الحركة الانسحابية لمنظومة المحاور المتحركة
227	2-7 القوى العطالية
228	3-7 الحركة الدورانية لمنظومة المحاور المتحركة
231	4-7 مشتق متجه ثابت القيمة ومتغير الاتجاه
233	5-7 الحركة الدورانية لمنظومة المحاور وقوانين نيوتن
237	6-7 أثر دوران الأرض على حركة الأجسام بالقرب من سطحها
237	7-7 الأجسام الساكنة وخط الشاقول الحقيقي وشكل الأرض
239	8-7 حركة الأجسام تحت تأثير الجاذبية فقط قرب سطح الأرض
240	9-7 بندول فوكولت
246	10-7 نظرية لارمور
251	مسائل

## الفصل الثامن: الحركة العامة للأجسام الصلبة

1-8 تمهيد: ممتد العطالة

2-8 الممتدات

3-8 جبر الممتدات

4-8 تحويلات منظومة المحاور الإحداثية

5-8 تقطير ممتد

6-8 تعليقات أساس على القيم المميزة لممتد

7-8 نظرية المحاور المتوازية

8-8 مثل توضيحي

9-8 الطاقة الحركية لجسم صلب ومخروط العطالة الدوراني

10-8 الحركة العامة للأجسام الصلبة

11-8 معادلات أولر

12-8 دوران جسم صلب بسرعة زاوية ثابتة

13-8 الطاقة الحركية ومعادلات أولر

14-8 الحل العام لمعادلات أولر لجسم متناظر غير خاضع لعزوم خارجية

15-8 الدوران الحر لجسم صلب غير متناظر والاتزان الديناميكي

16-8 وصف دوران الجسم الصلب في الفضاء - زوايا أولر

17-8 البلبل اللمتناظر

18-8 البلبل النائم

19-8 مثال

مسائل

## الفصل التاسع: نظرية الاهتزازات الصغيرة

1-9 تمهيد: طاقة الوضع والاتزان والاستقرار

2-9 نشر طاقة الوضع كسلسلة قوى

3-9 اهتزاز منظومة ذات درجة حرية واحدة

319	4-9 الهزازين البسيطين المرتبطين
324	5-9 الإحداثيات الطبيعية
326	6-9 الإحداثيات الطبيعية لأي منظومة ذات درجتي حرية
329	7-9 النظرية العامة للمنظومات المهتزة
333	8-9 حركة منظومة عامة بوجود قوى دافعة خارجية وقوى تخامد
334	9-9 اهتزازات سلك محمّل بكتل صغيرة
340	مسائل
342	مراجع